

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
11 DE 3804732 A1

21 Aktenzeichen: P 38 04 732.2
22 Anmeldetag: 15. 2. 88
43 Offenlegungstag: 24. 8. 89

61 Int. Cl. 4:
F21V 8/00

F 21 V 7/08
G 02 B 5/10
G 02 B 6/26
G 02 B 6/42
F 21 S 5/00
F 21 M 3/08
F 21 M 3/16
F 21 V 7/22

// G21K 5/00,

G03B 21/20,

G02B 21/06

A61C 5/04, 13/14,

C08J 3/28

Beurteilung

DE 3804732 A1

71 Anmelder:
OKA - Kano & Oehmichen KG Forschungs- u.
Entwicklungsgesellschaft für Lichttechnik, 8600
Bamberg, DE

74 Vertreter:
Wuesthoff, F., Dr.-Ing.; Frhr. von Pechmann, E.,
Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Behrens, D., Dr.-Ing.; Goetz,
R., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.; Hellfeld von, A.,
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000 München

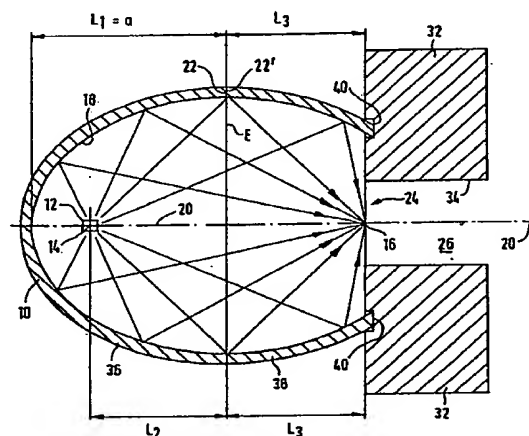
72 Erfinder:
Kano, Tetsuhiro, 8600 Bamberg, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Vorrichtung zum Bündeln elektromagnetischer Strahlung

Eine Vorrichtung zum Bündeln elektromagnetischer Strahlung und insbesondere zum Einkoppeln solcher Strahlung in einen Lichtleiter weist zur Erzielung eines hohen Ausnutzungsgrades der Strahlungsenergie einen Reflektor 10 auf, der als Teil-Ellipsoid ausgeformt ist und größer ist als die Hälfte des Ellipsoids.

FIG. 2



DE 3804732 A1

OS 38 04 732

1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Bündeln elektromagnetischer Strahlung, insbesondere zum Einkoppeln derselben in einen Strahlungsleiter, wie einen Lichtleiter aus Glasfaser, mit einer Strahlungsquelle, die an einem ersten Brennpunkt eines als Teil eines Ellipsoids ausgeformten Reflektors angeordnet ist und deren Strahlung gebündelt wird.

Derartige Vorrichtungen dienen zum Ausleuchten eines engen Zielbereiches mit hoher Strahlungsintensität und werden zu verschiedenen Zwecken eingesetzt. Zum Beispiel können sie bei Dentalgeräten eingesetzt werden, mit denen ein fließfähiger Kunststoff mittels einer durch elektromagnetische Strahlung beschleunigten Umwandlung ausgehärtet wird. Ein bekanntes Dentalgerät dieser Art besteht aus einem elektrischen Versorgungsteil, an dem die Leistungsaufnahme der Lichtquelle und die Belichtungszeit einstellbar sind, und einem gesonderten optischen Teil, dessen Form einer Pistole ähnlich ist und mit dem die oben beschriebene chemische Reaktion gezielt durchgeführt wird.

Auch bei Filmprojektoren wird eine gebündelte, intensive Strahlung verwendet.

Auch bei Mikroskopen und anderen Beobachtungseinrichtungen werden häufig Lichtstrahlen in gebündelter Form in einen Strahlungsleiter (Lichtleiter aus Glasfaser) eingekoppelt.

Anhand der Fig. 1 soll eine herkömmliche Vorrichtung zum Bündeln elektromagnetischer Strahlung näher beschrieben werden. Diese Vorrichtung dient dem Einkoppeln der Strahlung in einen Strahlungsleiter.

Ein Reflektor 10 ist als Teil eines Ellipsoids ausgeformt. Eine Strahlungsquelle 12 ist im ersten Brennpunkt 14 des Ellipsoids angeordnet. Die von der Lichtquelle 12 ausgehende Strahlung wird an der Innenfläche 18 des Reflektors 10 reflektiert und gelangt zum zweiten Brennpunkt 16 des Ellipsoids. Die beiden Brennpunkte 12, 16 definieren die optische Achse 20 des Systems. Durch den vorderen Rand 22 des Reflektors 10 wird zum einen die Tiefe L_2 der Lichtquelle 12 im Reflektor und zum anderen der Abstand zwischen dem Reflektorrand 22 und einem Eingang 24 zu einem Strahlungsleiter 26 bestimmt. Die Längsachse des Strahlungsleiters 26 fällt mit der optischen Achse 20 des Reflektors 10 zusammen.

Damit nur Strahlung in einem ausgewählten Wellenlängenintervall in den Strahlungsleiter 26 gelangt, ist an dessen Eingang 24 ein Filter 28 vorgesehen, das auf beiden Seiten durch Schutzgläser 30 bzw. 30' abgedeckt ist.

Der Strahlungsleiter 26 ist mit seinem die Strahlung aufnehmenden Endabschnitt in einer Öffnung 34 in einer Wand 32 befestigt.

Der in Fig. 1 gezeigte herkömmliche Reflektor hat eine Reihe von Nachteilen. Insbesondere ist der Ausnutzungsgrad der von der Lichtquelle 12 erzeugten Strahlung sehr gering (kleiner Wirkungsgrad). Dies ist unmittelbar anschaulich einsichtig, da ein Großteil der von der Strahlungsquelle 12 abgegebenen Strahlung nicht vom Reflektor 10 reflektiert wird, sondern nutzlos abgegeben wird, siehe in Fig. 1 die Strahlen S_1 und S_2 .

Es läßt sich mit einer geometrischen Betrachtung ausrechnen, daß bei einem herkömmlichen Teil-Ellipsoidreflektor der Ausnutzungsgrad der elektromagnetischen Strahlung geringer ist als 70%.

Im Stand der Technik sind bereits Wege zur Verbesserung des Ausnutzungsgrades der Strahlungsenergie

2

beschrieben worden.

Im DE-GM 82 34 875 und in der DE-OS 33 19 562 werden Reflektoren mit einer glockenförmigen Reflexionsoberfläche beschrieben, die aus zwei miteinander verbundenen Ellipsoid-Reflektorteilen bestehen. Die einzelnen Reflektorteile weisen unterschiedliche Halbachsen auf. Durch das zusätzliche Reflektorteil kann ein Teil der ansonsten verlorengehenden Strahlung erfaßt werden. Diese Lösung bewirkt nur eine geringe Verbesserung des Ausnutzungsgrades und hat Überdies den Nachteil, daß der Durchmesser des zweiten Ellipsoid-Reflektorteiles wesentlich größer als der des ersten ist, so daß eine sperrige Anordnung entsteht.

Bei einem anderen bekannten Versuch zur Verbesserung des Ausnutzungsgrades hat der Reflektor eine Reflexionsoberfläche, die aus einem Ellipsoid-Reflektorteil und einem Kugel-Reflektorteil besteht. Die beiden Teile sind miteinander verbunden und bilden einen geschlossenen Raum. Das Kugel-Reflektorteil hat eine mittige Öffnung und ist so angeordnet, daß seine Öffnung mit der Achse des Ellipsoid-Reflektorteiles koaxial ist, wobei der Mittelpunkt der Kugel im primären Brennpunkt des Ellipsoid-Reflektorteiles liegt. Das Kugel-Reflektorteil läßt die vom Ellipsoid-Reflektorteil reflektierte Strahlung durch, reflektiert aber die sonstige Strahlung zur Lichtquelle zurück. Bei einer Glühlampe wird somit die Glühwendel durch die zurückreflektierte Strahlung erwärmt, was zwar die Lichtausbeute geringfügig erhöht, aber gleichzeitig die Lebensdauer der Glühwendel reduziert. Bei Verwendung von Entladungslampen kann mit dieser bekannten Anordnung keine Verbesserung erwartet werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Bündeln elektromagnetischer Strahlung zu schaffen, die mit einfachen Mitteln einen hohen Ausnutzungsgrad der Strahlung erlaubt und auch in einfacher Weise eine Wellenlängenselektion der Strahlung ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß ein Ellipsoid-Reflektor gewählt wird, der größer ist als die Hälfte eines Ellipsoids.

Der erfindungsgemäße Ellipsoid-Reflektor ermöglicht eine Reihe von Vorteilen.

Wird der Reflektor zur Beleuchtung eines Objektes eingesetzt, so kann ein relativ scharf begrenzter Lichtfleck erzeugt werden. Dadurch, daß der erfindungsgemäße Reflektor größer ist als die Hälfte eines Ellipsoids, wird ein Großteil der von einer im ersten Brennpunkt des Ellipsoids angeordneten Strahlungsquelle abgegebene Strahlung reflektiert, während der Anteil der sogenannten direkten Strahlung, welche ohne Reflexion aus dem Reflektor gelangt, relativ klein ist. Erstreckt sich der Reflektor bis zum zweiten Brennpunkt, so werden etwa 95% der Strahlung reflektiert.

Darüberhinaus hat der erfindungsgemäße Reflektor auch den Vorteil, daß nur eine sehr geringe Blendwirkung entsteht, da der Blendung erzeugende Lichtkegel der direkten Strahlung relativ eng ist im Vergleich zum durch reflektierte Strahlung erzeugten Lichtkegel.

Bei der Beleuchtung von Objekten oder auch bei technisch-wissenschaftlichen Anwendungen ist es häufig erwünscht, daß das Strahlenbündel nur ganz bestimmte, ausgewählte Wellenlängen aufweist, zum Beispiel nur Wellenlängen aus einem vorgegebenen Intervall des sichtbaren Teiles des Spektrums. Im Stand der Technik wird hierzu der Reflektor mit einem sogenannten Kaltlichtspiegelbelag versehen, welcher den sichtbaren Teil des elektromagnetischen Spektrums reflektiert,

OS 38 04 732

3

Infrarot-Strahlung aber nach hinten durchläßt. Um das gewünschte Wellenlängenintervall im sichtbaren Teil des Spektrums zu erhalten, wird vor dem Reflektor noch zusätzlich ein Filter angeordnet, welches die nicht erwünschten Wellenlängen reflektiert oder absorbiert. Eine solche Anordnung ist nicht nur aufwendig, sondern auch mit technischen Nachteilen behaftet, insbesondere einer unerwünschten Erwärmung der gesamten Baugruppe.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist deshalb vorgesehen, daß der Reflektor für nicht zu bündelnde Strahlung transparent und mit einem dichroitischen Belag versehen ist, welcher die zu bündelnde Strahlung reflektiert. Um das durch den Reflektor erzeugte Strahlungsbündel einzufärben, ist also erfindungsgemäß kein gesondertes Filter erforderlich.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Reflektor als senkrecht zur langen Achse etwa in Höhe des zweiten Brennpunktes abgeschnittenes Teil-Ellipsoid ausgeformt ist. Mit einem derart ausgebildeten Reflektor kann Licht mit sehr hohem Wirkungsgrad in einen Lichtleiter eingekoppelt werden, dessen Eingang etwa bei dem sekundären Brennpunkt des Ellipsoids angeordnet ist.

Eine besonders einfache und kostengünstige Herstellung des Reflektors ist dann ermöglicht, wenn dieser zweiteilig ausgebildet ist, wobei ein Teil die Form einer Ellipsoid-Hälfte aufweist und das andere Teil des Reflektors die eines Ellipsoid-Abschnittes, dessen eine Seite der kleinen Achse des Ellipsoids entspricht. Ein solcher Reflektor läßt sich in einfacher Weise durch Spritzgießen identischer Teile ohne Hinterschneidungen herstellen.

Bei insbesondere für die Verkehrslenkung eingesetzten Signalanlagen wird Strahlung in eine Vielzahl von Lichtleitern eingekoppelt. Hierfür sind die erfindungsgemäßen Vorrichtungen besonders geeignet.

Über die vorstehend genannten Vorteile hinaus ermöglicht eine erfindungsgemäße Vorrichtung eine sehr einfache Justierung der optisch zusammenwirkenden Bauteile.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Herstellen eines Reflektors der vorstehend genannten Art.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigt:

Fig. 2 einen Schnitt entlang der optischen Achse einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zum Bündeln elektromagnetischer Strahlung.

Fig. 3 Einzelheiten einer Ausführungsform des Reflektors, und

Fig. 4 die durch direkte und reflektierte Strahlung erzeugten Strahlungskegel.

Der in Fig. 2 gezeigte Reflektor 10 ist teil-ellipsoidförmig und weist einen ersten Brennpunkt 14 sowie einen zweiten Brennpunkt 16 auf. Im ersten Brennpunkt 14 ist eine Lichtquelle 12 angeordnet. Als Lichtquelle kann eine Niedervolt-Halogen-Glühlampe vorgesehen sein. Die Innenfläche 18 des Reflektors 10 ist verspiegelt, gegebenenfalls dichroitisch, wie weiter unten noch näher ausgeführt werden wird.

Die beiden Brennpunkte 14, 16 des Ellipsoids definieren die optische Achse 20 des Systems.

Bei 24 ist ein Eingang zu einem Strahlungsleiter 26 angeordnet. In Fig. 2 ist der Strahlungsleiter 26 nicht im einzelnen gezeichnet; er entspricht insoweit dem Strahlungsleiter 26 gemäß Fig. 1, wobei aber ein Filter nicht erforderlich ist, wenn der Reflektor 10 mit einem wellenlängenselektiven Belag beschichtet ist (siehe unten).

4

Nur ein geringfügiger Teil der von der Lichtquelle 12 abgegebenen Strahlung wird nicht zum zweiten Brennpunkt 16 reflektiert.

Der Reflektor 10 besteht gemäß Fig. 2 (siehe auch Fig. 3) aus zwei Teilen, nämlich einem linken Reflektorteil 36 und einem rechten Reflektorteil 38. Das linke Reflektorteil 36 ist genau in Form einer Ellipsoid-Hälfte ausgebildet, während das rechte Reflektorteil 38 als Ellipsoid-Abschnitt ausgebildet ist. Üblicherweise werden die große Halbachse eines Ellipsoids mit a und seine kleine Halbachse mit b bezeichnet. Das linke Reflektorteil 36 hat somit an seinem Rand 22 einen Öffnungsdurchmesser, welcher der doppelten Halbachse ($2b$) entspricht. Gleiches gilt für den Durchmesser der größeren Öffnung des rechten Reflektorteiles 38 an dessen Rand 22'.

Bei einem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 ergeben sich folgende typischen Abmessungen:

Großer Öffnungsdurchmesser der Reflektorteile ($2b$):	30 mm
Länge L_1 des ersten Reflektorteiles 36:	20,9 mm
Tiefe L_2 der Lichtquelle 12:	14,5 mm
Länge L_3 des zweiten Reflektorteiles 38:	14,5 mm
Durchmesser der kleineren Öffnung des zweiten Reflektorteiles:	21,6 mm

Das beide Reflektorteile 36, 38 definierende Ellipsoid hat folgende Achsen:

Große Halbachse (a):	20,86 mm und
kleine Halbachse (b):	15,0 mm

Der Ausnutzungsgrad des Reflektors 10 kann zu etwa 97% berechnet bzw. gemessen werden.

Gemäß Fig. 2 ist in der den optischen Leiter 26 in einer Öffnung 34 aufnehmenden Wand 32 eine umlaufende Nut 40 ausgebildet, in welche der zugekehrte Rand 46 (siehe Fig. 3) des rechten Reflektorteiles 38 eingepaßt ist. Durch die Nut 40 ist eine sehr einfache und genaue Justierung der optischen Teile zueinander gewährleistet.

Fig. 3 zeigt Einzelheiten des zweiteiligen Reflektors. Einander entsprechende Bauteile sind in allen Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen. Gemäß Fig. 3 ergibt sich das kleinere Reflektorteil 38 dadurch, daß ein größeres Reflektorteil 36 einfach an einer Stufe 48 abgeschnitten wird. Die Stufe 48 kann beim Spritzgießen des Reflektorteiles 36 hergestellt werden und markiert in einfacher Weise die Schneidstelle, welche etwa durch den zugeordneten Brennpunkt geht.

Wie Fig. 3 zu entnehmen ist, sind die beiden Ränder 22, 22' der Reflektorteile 36 bzw. 38 mit einem Vorsprung 42 und einer komplementären, umlaufenden Nut 44 versehen, so daß die beiden Teile paßgenau und justiert zusammengefügt werden können. Zum Befestigen kann eine Klebung, Verschraubung oder dergleichen vorgesehen sein.

Die beiden in Fig. 3 gezeigten Reflektorteile können sowohl in bezug zueinander als in bezug auf eine äußere Gehäuse-Abstützung in einfacher Weise justiert werden. Hierzu können die beiden Reflektorteile außenseitig auf den Flächen 49, 49' mit einem Gewinde oder mit einem Bajonett-Verschluß versehen werden. Auf dem Gewinde bzw. dem Bajonettverschluß können jeweils, also auf beiden Reflektorteilen 36, 38, Halte-Bügel (nicht

gezeigt) befestigt werden, an denen beide Reflektorteile richtig zueinander und gleichzeitig in bezug auf ein umgebendes Gehäuse justiert und abgestützt werden. Es ist möglich, die Halte-Bügel elastisch gefedert am Gehäuse abzustützen.

Statt der Anordnung aus Vorsprung und Nut kann auch eine Schraubverbindung vorgesehen sein.

Die Länge L_3 des kleineren Reflektorteiles 38 muß nicht notwendig genau dem Abstand der Mittelebene E (Fig. 2) vom zweiten Brennpunkt 16 entsprechen, dieser Abstand kann sowohl etwas kürzer als auch etwas länger sein als in Fig. 2 gezeichnet ist.

Während bei herkömmlichen Reflektorsystemen noch ein gesondertes Filter (siehe Fig. 1, Bezugszeichen 28) erforderlich ist, um eine Wellenlängenselektion bezüglich des in den Lichtleiter 26 eingekoppelten Lichtes zu ermöglichen, kann bei einem erfindungsgemäßen Reflektor mit großem Vorteil ein dichroitischer Belag auf die Innenfläche 18 des Reflektors aufgetragen werden. Derartige dichroitische Beläge sind dem Fachmann bekannt. Sie weisen in einem bestimmten Wellenlängenbereich eine sehr gute Transmission auf und reflektieren außerhalb dieses Wellenlängenbereiches praktisch 100%-ig. Dem Fachmann ist auch bekannt, daß dichroitische Beläge so ausgeführt werden können, daß nur unter einem bestimmten Einfallswinkel einfallendes Licht reflektiert wird, während unter anderen Winkeln einfallendes Licht durchgelassen wird (es versteht sich, daß in diesem Falle der Reflektor 10 aus für diese Strahlung transparentem Material besteht).

Da bei einem erfindungsgemäßen Reflektor an einem bestimmten Reflektorort die Strahlung nur unter einem bestimmten, gegebenen Einfallswinkel einfällt, kann die vorstehend beschriebene winkelabhängige Wirkung eines dichroitischen Belages ausgenutzt werden. Der dichroitische Belag wird also so auf die Reflexionsfläche 18 des Reflektors 10 aufgebracht, daß in Abhängigkeit vom jeweils örtlich gegebenen Einfallswinkel der Strahlung eine Reflexion nur in dem vorgegebenen, gewünschten Wellenlängenintervall stattfindet.

Durch den vorstehend beschriebenen dichroitischen Belag oder auch eine andere wellenlängenselektive Beschichtung ist es möglich, sowohl die Wärmestrahlung als auch sonstige, im zu erzeugenden Strahlungsbündel unerwünschte Strahlung aus dem Reflektor nach hinten abzuführen. Hierdurch werden alle durch Wärmestrahlung oder auch durch sonstige nicht erwünschte Strahlung aus dem sichtbaren Bereich des Spektrums bedingte Probleme vermieden.

Fig. 4 zeigt einen zur Erzeugung eines scharf begrenzten Lichtkegels verwendeten Reflektor 10, der sich etwa bis auf die Höhe des zweiten Brennpunktes 16 erstreckt. Die von der Lichtquelle 14 ausgehende direkte Strahlung (also die nicht am Reflektor reflektierte Strahlung), welche sich der reflektierten Strahlung überlagert erzeugt einen relativ engen Lichtkegel, der durch die Randstrahlen 50 definiert ist. Demgegenüber ist der durch reflektierte Strahlung erzeugte Lichtkegel wesentlich breiter, was durch die diesem Lichtkegel zugeordneten Randstrahlen 52 deutlich wird. Das Auge A eines Betrachters wird erst dann geblendet, wenn es in den engen Lichtkegel der direkten Strahlung (Randstrahlen 50) gelangt. Auch stört der durch direkte Strahlung erzeugte Lichtkegel den durch reflektierte Strahlung erzeugten breiten, scharf begrenzten und relativ homogenen Lichtfleck wenig.

1. Vorrichtung zum Bündeln elektromagnetischer Strahlung, insbesondere zum Einkoppeln derselben in einen Strahlungsleiter (26), wie einen Lichtleiter aus Glasfaser, mit einer Strahlungsquelle (12), die an einem ersten Brennpunkt (14) eines als Teil eines Ellipsoids ausgeformten Reflektors (10) angeordnet ist und deren Strahlung gebündelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor (10) größer ist als die Hälfte des Ellipsoids.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor (10) als senkrecht zur langen Achse (a) etwa in Höhe des zweiten Brennpunktes (16) abgeschnittenes Teil-Ellipsoid ausgeformt ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor (10) zweiteilig ist, wobei ein Teil (36) zumindest annähernd die Form einer Ellipsoid-Hälfte aufweist und das andere Teil (38) die Form eines Ellipsoid-Abschnittes aufweist, dessen eine Seite der kleinen Achse ($2b$) des Ellipsoids entspricht.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Ellipsoid-Teile (36, 38) an ihren einander zugekehrten Rändern (22, 22') eine Nut (44) und einen in diese passenden Vorsprung (42) aufweisen.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Eingang (24) eines Strahlungsleiters (26) im zweiten Brennpunkt (16) des Ellipsoids und in einer Wand (32) angeordnet ist, an welcher der Öffnungsrand (46) des Reflektors (10) anliegt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß in der Wand (32) eine Nut (40) vorgesehen ist, in welche der Öffnungsrand (46) des Reflektors (10) paßt.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Reflektor (10) für nicht zu bündelnde Strahlung transparent und mit einem dichroitischen Belag versehen ist, welcher die zu bündelnde Strahlung reflektiert.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der dichroitische Belag so auf die Reflexionsfläche des Reflektors (10) aufgebracht ist, daß in Abhängigkeit vom jeweils örtlich gegebenen Einfallswinkel der Strahlung eine Reflexion nur in einem vorgegebenen Wellenlängenintervall stattfindet.
9. Verfahren zum Herstellen eines Reflektors (10) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein erster Teil (36) des Reflektors (10) als Halb-Ellipsoid hergestellt wird, daß ein zweiter Teil (38) des Reflektors (10) durch Abschneiden senkrecht zur großen Ellipsoid-Achse (a) eines solchen Halb-Ellipsoids gebildet wird und daß die beiden Teile (36, 38) an den Rändern (22, 22') ihrer der kleinen Ellipsoidachse ($2b$) entsprechenden Öffnungen zusammengefügt werden.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Abschneiden in Höhe des zweiten Brennpunktes (16) des Ellipsoids erfolgt.

3804732

FIG. 2

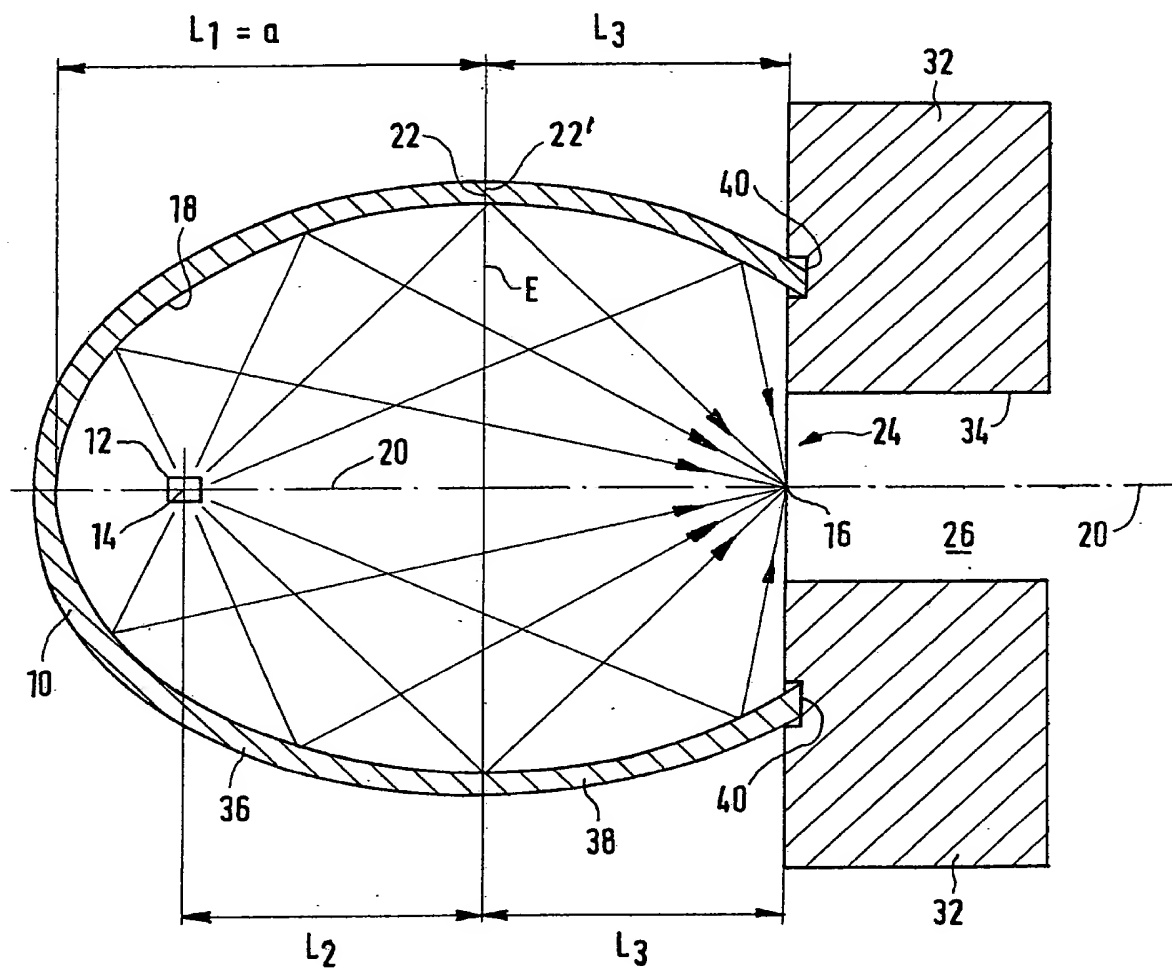
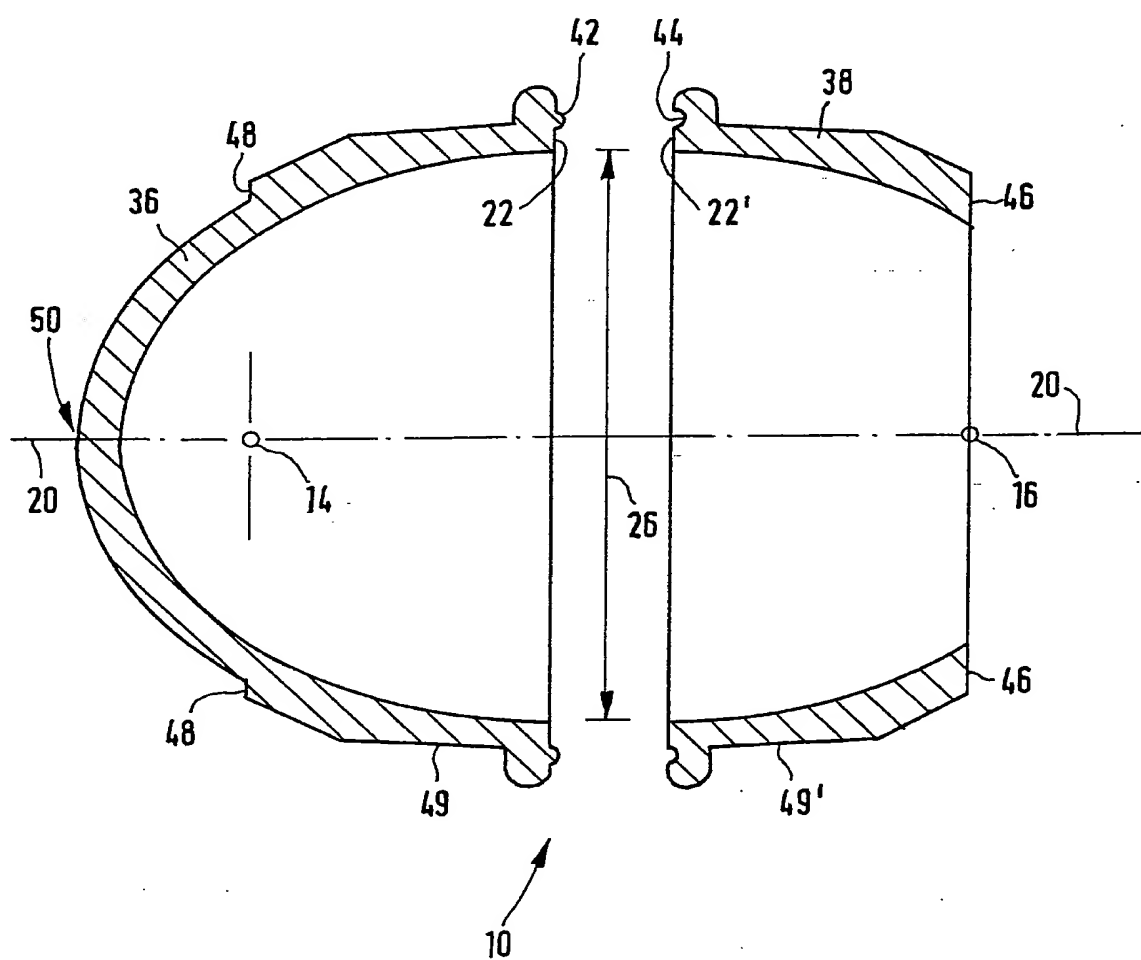


FIG. 3



17 *

3804732

FIG. 4

